

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

Patentschrift
⑩ DE 196 46 612 C 1

⑤1 Int. Cl. 6:
B 60 K 16/00

②1 Aktenzeichen: 196 46 612.1-13
②2 Anmeldetag: 12. 11. 96
④3 Offenlegungstag: —
④5 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 26. 3. 98

DE 196 46 612 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:

Ahrens, Reiner, Dipl.-Ing., 29221 Celle, DE; Albrecht,
Jörg, 20357 Hamburg, DE

⑦2 Erfinder:

gleich Patentinhaber

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 42 02 951 A1

⑤4 Windkraftmobil

⑤7 Ein Windkraftmobil bzw. mobile Windkraftanlage, bestehend aus einem Transportanhänger, der gleichzeitig Fundament ist, einem drehbaren Mastfuß und einer sich in den Wind drehenden Einheit aus Windgenerator, Windfahne, Zugseil, Energiespeicher und Mast, wobei eine allgemeine Gewichtsreduzierung der Bauteile durch gezielten Materialeinsatz bei der Aufnahme von Windkräften in Windrichtung erreicht wird.

DE 196 46 612 C 1

Eine Windkraftanlage und ein dazugehöriger Energiespeicher, welche auf einem Anhänger transportiert und auf diesem aufgestellt werden, werden hier als Windkraftmobil oder mobile Windkraftanlage bezeichnet.

Der Aufwand und die Kosten beim Bau einer mobilen Windkraftanlage, beim Transport und beim Auf- und Abbau, hängt vom Materialaufwand und Gewicht der Anlage ab. Des weiteren hängt die Größe und somit die Kosten des Anhängers, welcher als Fundament und Transporteinheit dient, auch von der Größe und dem Gewicht der Windkraftanlage ab.

Normalerweise sind mobile Windkraftanlagen so beschaffen, daß sie einen Mast und drei Abspannungen oder mehr haben, um Windbelastungen aufzunehmen. Auch gibt es Anlagen mit einem Turm welcher die durch Windbelastung entstandenen Momente in das Fundament einleitet. Bei unterschiedlicher Windrichtung werden die Abspannungen und der Mast oder der Turm verschieden belasten. Es ist eine Symmetrie vorhanden, um Kräfte aus allen Windrichtungen gleich wirksam aufnehmen zu können.

Allein in der Offenlegungsschrift DE 42 02 951 A1 wird eine "Vorrichtung zur Gegen- und Fahrtwindnutzung bei Fahrzeugen" beschrieben. Hier ist quasi nur die Nutzung einer einzigen Windrichtung bzw. die Fahrtrichtung eines Fahrzeuges durch einen festinstallierten Windrotors berücksichtigt.

Durch die symmetrische Gestaltung konventioneller Anlagen wird bei mobilen Windkraftanlagen unnötig Material eingesetzt. Material, welches nicht belastet wird, da der Wind aus einer Richtung weht die nicht in der Belastungsrichtung des Materiales liegt.

Des gleichen müssen auch die Fundamente bisher üblicher mobiler Windkraftanlagen in allen Windrichtungen symmetrisch aufgebaut werden um Kräfte aus allen Richtungen zu kompensieren.

Der im Patentanspruch 1 angegebenen Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde den Materialaufwand der mobilen Windkraftanlage zu verringern. Die Lösung ist eine asymmetrische mit der Windrichtung gerichteten Kraftaufnahme der Windkräfte indem das eingesetzte Material nur dort eingesetzt wird wo bei Betrieb der Anlage immer Windkräfte auftreten.

Diese Aufgabe wird durch die im Patentanspruch 1 aufgeführten Merkmale gelöst. Die Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung nach Patentanspruch 1 ist in den Unteransprüchen 2—6 beschrieben.

Die Vorteile der Erfindung, nach Patentanspruch 1, ergeben sich durch die starre Kopplung des Windgenerators (2) des Mastes (3), der Zugseile (10) und der Energiespeicher (7). Alle diese Bauteile drehen sich mit der Windrichtung (12), so daß sie zielgerichtet Windkräfte aufnehmen und kompensieren können. Dadurch ist ein effizienterer Materialeinsatz möglich. Das Material nimmt immer alle Windkräfte auf, wobei die Windrichtung keine Rolle spielt.

Nach Patentanspruch 2 wirkt der Energiespeicher (7) wie ein sich mit dem Wind drehendes Fundament das durch sein Gewicht Windbelastungen direkt kompensiert und die Belastung des Mastfußes (4) verringert. Restliche verbleibende Kräfte und Momente werden vom Mastfuß (4) auf den Anhänger (1) übertragen.

Nach Patentanspruch 3 sind die starr verbundenen Elemente wie Windgenerator (2), Mast (3), Zugseile (10) und Energiespeicher über einen drehbaren Mastfuß (4) mit dem als Fundament genutzten Anhänger (1) gekoppelt. Dadurch können sich diese Elemente mit dem Wind in Windrichtung (12) drehen.

Nach Patentanspruch 4 sind die Zugseile (10) hauptsächlich nur in Gegenrichtung zur Windhaupttrichtung (12) angebracht, sie nehmen die Windkräfte auf und deshalb werden andere Zugseile nicht benötigt.

Nach Patentanspruch 5 ist der Mast (3), genau wie die Zugseile (10) und der Energiespeicher (7) mit dem Wind ausgerichtet. Es entstehen durch Windbelastungen somit Materialspannungen immer an den gleichen Stellen des Mastes (3). Dieser kann dann gezielt an den stark belasteten Stellen verstärkt werden. Der Mast (3) wird überwiegend durch Druckkräfte und Biegekräfte belastet.

Nach Patentanspruch 6 ist der Mast (3) profiliert und dient gleichzeitig als Windfahne. Eine zusätzliche angebrachte Windfahne (11), welche am Windgenerator (2) angebracht ist kann so kleiner ausfallen oder ist ganz überflüssig.

Folgend wird das Beispiel Fig. 1 beschrieben.

Auf einem einachsigen Anhänger (1) ist ein Windgenerator (2) montiert. Der Windgenerator (2) sitzt auf einem Mast (3) welcher zerlegbar ist. Der Mast ist über einen drehbaren Mastfuß (4) mit dem Anhänger (1) verbunden. Der Anhänger (1) wird über vier verstellbare Stützen (5) auf dem Boden abgestützt. Die Stützen (5) sind verstellbar und werden so eingestellt, daß die Anlage im Lot ist und die Transporträder (6) entlastet werden.

Der Mast (3) ist im Mastfuß (4) drehbar gelagert. Der Windgenerator (2) ist mit dem Mast (3) fest verbunden. Am unteren Ende des Mastes werden die Akkumulatoren (7) auf dem Gestell (9) befestigt. Der Energiespeicher (7) wird durch eine Energieleitung (8) mit dem Windgenerator (2) verbunden. Die Zugseile (10) gehen vom Gestell (9) bis zum Mast (3) und unterteilt diesen in Segmente.

Im Betrieb richtet der Wind die Anlage durch die Windfahnen (3, 11) so aus, daß die Windrichtung (12) in Richtung der Achse des Rotors (13) liegt.

Durch den Windwiderstand des Rotors (13) und der anderen Bauteile entstehen Belastungskräfte in Windrichtung an den Bauteilen selber. Diese erzeugen Materialspannungen und Verformungen in den Bauteilen.

Den Zugkräften in den Zugseilen (10) stehen die Gewichtskräfte des Energiespeichers (7) gegenüber.

Dazu ergeben sich folgende mathematisch idealisierte Ausführungen:

Die Summe aller Kräfte und Momente ist gleich Null. Der Drehpunkt liegt im Mastfuß (4).

Folgende Größen treten auf:

G1 = Gewichtskraft des Windgenerators, des Rotor und der Windfahne

G2 = Gewichtskraft des Mastes

G3 = Gewichtskraft des Energiespeichers

h1 = Hebelarm der Gewichtskraft des Windgenerators

h_2 = Hebelarm der Gewichtskraft des Mastes

h_3 = Hebelarm der Gewichtskraft des Energiespeichers

W_1 = Windkraft auf den Windgenerator, Rotor und Windfahne

W_2 = Windkraft auf den Mast

W_3 = Windkraft auf den Energiespeicher

w_1 = Hebelarm der Windkraft des Windgenerators

w_2 = Hebelarm der Windkraft des Mastes

w_3 = Hebelarm der Windkraft des Energiespeichers

X = Horizontale Lagerkraft

Y = Vertikale Lagerkraft

M = Lagermoment

Summe $F_x = 0 = W_1 + W_2 + W_3 + X$

Summe $F_y = 0 = G_1 + G_2 + G_3 + Y$

Summe $M_z = 0 = -G_1 \cdot h_1 - G_2 \cdot h_2 + G_3 \cdot h_3 - W_1 \cdot w_1 - W_2 \cdot w_2 - W_3 \cdot w_3 + M$

Man sieht, daß das Gewichtsmoment des Energiespeichers $G_3 \cdot h_3$ ein positives Vorzeichen hat im Gegensatz zu allen anderen Lastmomenten. Das Lagermoment M ist also abhängig von der Wahl des Momentes des Energiespeichers und kann so für maximale Belastung minimiert werden.

Dadurch wird natürlich auch die Dimensionierung des Anhängers (1) verkleinert, welcher dieses Lagermoment aufnehmen muß und durch die Stützen (5) in den Boden weiterleitet.

Patentansprüche

1. Windkraftmobil mit den Hauptbestandteilen Windkraftanlage (2, 3, 8, 10, 11, 13), Energiespeicher (7) und Transportanhänger (1), wobei die Windkraftanlage (2, 3, 8, 10, 11, 13) und der Energiespeicher (7) während des Betriebes und dem Transport auf dem selben Anhänger (1) montiert sind, dadurch gekennzeichnet, daß der Windgenerator (2), Zugseil (10) und Mast (3) der Windkraftanlage (2, 3, 8, 10, 11, 13), sowie der Energiespeicher (7), starr gekoppelt sind und sich mit dem Wind drehen, wobei die Anordnung so beschaffen ist, daß die Windkräfte zielgerichtet von den obigen Bauteilen aufgenommen werden und dies von der mittleren Windrichtung unabhängig ist.

2. Windkraftanlage nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Energiespeicher (7) durch sein Gewicht Windbelastungen (12) entgegen wirkt.

3. Windkraftanlage nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einheit von Windgenerator (2), Zugseil (10), Mast (3) und Energiespeicher (7) über einen drehbaren Mastfuß mit dem Anhänger gekoppelt sind.

4. Windkraftanlage nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zugseile (10) den Mast (3) nicht in allen Richtungen gleich, sondern überwiegend in Richtung der auftretenden Windkräfte (12) abspannen.

5. Windkraftanlage nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Mast (3) einen asymmetrischen Querschnitt hat, welcher in Richtung der auftretenden Windkräfte (12) verstärkt ist.

6. Windkraftanlage nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Mast (3) aerodynamisch geformt ist und so wie eine Windfahne wirkt.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

